

# 9

## **IPA, TEKNOLOGI, DAN KELANGSUNGAN HIDUP MANUSIA**

---

Mahluk hidup selalu berusaha untuk menjaga kelangsungan hidupnya. Untuk dapat mempertahankan kelangsungan hidup secara hayati, manusia haruslah mendapatkan air, udara dan pangan dalam kuantitas dan mutu tertentu. Kebutuhan dasar ini bersifat mutlak. Kecuali itu ia harus terlindung dari serangan organisme yang berbahaya, yaitu hewan buas, patogen, parasit dan vektor penyakit. Juga harus dapat mempunyai keturunan untuk menjaga kelangsungan hidupnya.

Sebagai mahluk hidup, manusia tidak cukup sekedar hidup secara hayati, melainkan karena kebudayaannya ia harus hidup secara manusiawi. Misalnya, pangan tidak cukup sekedar memenuhi kebutuhan tubuh, melainkan harus disajikan dalam rasa, warna dan bentuk yang menarik.

Kebutuhan dasar untuk hidup yang manusiawi sebagian bersifat material, sebagian lagi bersifat non-material. Kebutuhan dasar yang bersifat non-material ini berkembang sangat kuat pada manusia dan membuatnya berbeda dengan hewan. Kebutuhan dasar ini misalnya perlindungan hukum yang adil, pendidikan, pakaian, rumah dan energi.

### **A. SUMBER DAYA ENERGI NON KONVENSIONAL**

Selama lebih dari 10.000 tahun, sebagian besar manusia di Bumi hidup dalam lapangan non-industri, yaitu di lapangan pertanian. Sekarang ini jutaan orang hidup dalam berbagai

lapangan pekerjaan. Sumber energi utama bagi masyarakat pertanian adalah kayu, sinar matahari, aliran sungai, kekuatan otot manusia, dan hewan pekerja. Sumber energi ini dapat diperbaharui (*renewable*).

Kemudian mulai 200 tahun yang lalu, setelah dimulainya revolusi industri, orang mulai menggunakan sumber energi yang tidak dapat diperbaharui. Sumber energi tak terbaharui yang penting adalah bahan bakar fosil, batubara, gas alam dan minyak bumi. Masyarakat industri menggunakan energi jauh lebih dari separuh jumlah penduduk di Bumi menggantungkan kebutuhan energinya pada bahan bakar fosil.

Bahan bakar fosil ini merupakan sumber daya energi yang konvensional dan tidak terbaharui serta jumlahnya terbatas, sehingga suatu saat pasti akan habis. Kekuatan ekonomi, kecemasan terhadap lingkungan dan kemajuan teknologi telah pula menyebabkan orang mulai mencari pengganti sumber energi tak menyebabkan orang mulai mencari pengganti sumber energi tak terbaharui yang konvensional. Oleh karena itu untuk mempertahankan eksistensi manusia di Bumi ini, harus dicari sumber daya energi alternatif pengganti bahan bakar fosil. Tetapi harus diingat bahwa sumber daya energi alternatif ini harus dapat digunakan dalam skala besar dan tidak mengeluarkan polusi terlalu banyak atau bahkan tidak menimbulkan polusi sama sekali.

Sumber daya energi nonkonvensional yang dapat digunakan sebagai alternatif pengganti bahan bakar fosil adalah :

## 1. Energi Matahari

Pemanfaatan energi matahari yang berasal dari pancaran sinar matahari secara langsung ke Bumi ini dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu :

### a. *Pemanasan secara langsung.*

Sinar matahari memanasi secara langsung benda atau medium yang akan dipanaskan. Cara pemanasan langsung ini sudah lama dikenal, misalnya dalam pembuatan ikan kering, menjemur pakaian, pembuatan garam, dan sebagainya. Dengan cara ini suhu yang diperoleh tidak akan lebih dari 100°C. Cara yang lebih efektif adalah dengan menggunakan pengumpul panas yang disebut kolektor. Sinar matahari dikonsentrasikan dengan kolektor ini pada suatu tempat sehingga diperoleh suhu yang lebih tinggi.

### b. *Konversi Surya Thermis Elektris (KSTE).*

Dengan cara ini air dipanaskan, dan panas yang terkandung dalam air itu kemudian dikonversikan menjadi energi listrik. Prinsipnya KSTE memerlukan sebuah konsentrator optik untuk pemanfaatan radiasi matahari, suatu sistem pengangkut panas, dan sebuah mesin untuk pembangkit tenaga listrik.

### c. *Photovoltik.*

Photovoltaik atau *solar cells* mengkonversikan sinar matahari menjadi energi listrik secara langsung. Contoh yang sudah sering kita lihat adalah penggunaan solar cell pada kalkulator. Energi listrik yang dihasilkan juga dapat disimpan dalam batere dan dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Photovoltaik sel ini menggunakan lapisan-lapisan tipis silikon

atau bahan semikonduktor lain. Sel-sel ini menangkap elektron ketika sinar matahari ini mengenai sel dan elektron meninggalkan sel sebagai arus listrik searah. Sampai sekarang penggunaan photovoltaik sebagai pembangkit listrik masih tiga kali lebih mahal dibandingkan dengan sumber energi konvensional.

## **2. Energi Panas Bumi**

Energi panas Bumi dapat dilihat dalam berbagai bentuk, misalnya berupa mata air panas, fumarola (uap panas), geysir (semburan air panas). Dan sulfatera (sumber belerang). Uap air panas dapat langsung dimanfaatkan untuk memutar turbin uap yang dikaitkan dengan generator pembangkit listrik. Air panas dapat digunakan untuk pembangkit listrik secara tidak langsung. Air panas digunakan untuk menguapkan amoniak. Gas amoniak inilah yang digunakan untuk memutar turbin uap yang dikaitkan dengan generator pembangkit listrik, sehingga akan didapatkan energi listrik.

## **3. Energi Angin**

Angin terjadi karena adanya perbedaan suhu antara udara panas dan udara dingin. Di daerah panas, udaranya menjadi panas, mengembang dan menjadi ringan, naik ke atas dan bergerak ke daerah yang dingin. Sebaliknya di daerah dingin, udara menjadi dingin dan turun ke bawah. Dengan demikian terjadi suatu perputaran udara. Perpindahan udara inilah yang disebut angin.

Sekarang ini, energi angin hanya memenuhi sebagian kecil saja dari seluruh kebutuhan akan energi. Dengan demikian kemajuan teknologi, penggunaan energi angin makin meningkat dan biaya pemakaiannya semakin murah.

Angin dapat digunakan secara langsung untuk menggerakkan pompa air atau untuk membangkitkan tenaga listrik. Hal terpenting yang harus diperhatikan dalam pemanfaatan energi angin adalah mencari tempat yang tepat untuk memasang kincir angin, yaitu di tempat yang "cukup angin" sehingga pemanfaatannya ekonomis.

## **4. Energi Air**

Air terjun dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan generator yang dapat menghasilkan listrik, atau listrik tenaga air, yang tidak menghasilkan polusi udara maupun polusi air dan relatif tidak mahal. Problem yang dihadapi dalam pemanfaatan energi air adalah masalah "dam" atau bendungan yang harus dibangun untuk menghasilkan "air terjun" yang akan menggerakkan turbin. Meskipun energi air dapat diperbaharui, dam atau bendungan yang digunakan untuk membangkitkan energi ini mempunyai masa pakai tertentu, yang disebabkan oleh sedimentasi.

## **5. Energi Pasang Surut**

Pasang surut permukaan air laut disebabkan oleh gaya tarik antara matahari, bumi, dan bulan. Pemanfaatan energi potensial yang terkandung dalam perbedaan pasang dan surut

lautan dapat dilakukan pada pantai atau teluk yang agak cekung dan dalam sehingga dapat dibangun suatu bendungan. Pintu bendungan harus dapat dibuka dan ditutup dan turbin untuk pembangkit listrik harus dapat berputar dua arah, dilakukan berganti-ganti.

Bendungan akan terisi apabila air pasang melalui pintu bendungan yang terbuka, kemudian air keluar melalui turbin yang akan membangkitkan tenaga listrik.

## 6. Energi Biomasa

Biomasa adalah bahan organik yang terkandung dalam tanaman yang dihasilkan dari proses fotosintesis. Biomasa, terutama dalam bentuk kayu bakar dan limbah pertanian, adalah sumber energi tertua yang digunakan manusia. Di negara berkembang energi biomasa ini masih banyak digunakan dan dalam beberapa hal menyebabkan krisis lingkungan.

Pemanfaatan biomasa untuk keperluan energi dapat dilakukan dengan berbagai cara. Antara lain, sebagai kayu bakar. Penggunaan kayu bakar akan lebih ekonomis apabila biomasa yang digunakan berasal dari limbah pertanian atau kehutanan dibandingkan dengan apabila kita secara khusus menanam pohon untuk digunakan sebagai kayu bakar.

Energi biomasa dapat pula kita peroleh setelah mengolahnya menjadi arang, atau diproses menjadi benda padat, cair atau gas dengan cara pirolisa, yaitu suatu proses memanaskan bahan baku secara bebas udara, sehingga tidak ada oksidasi.

Cara yang lain untuk pemanfaatan biomasa adalah penggasan. Biomasa dipanaskan di bawah tekanan, dan ditambah udara dan uap. Proses ini menghasilkan suatu gas, yang kaya akan hidrogen (H) dan karbon monoksida (CO) yang digunakan sebagai bahan baku dalam industri kimia.

Dengan proses fermentasi, biomasa dapat diubah menjadi etanol yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Etanol ( $C_2H_5OH$ ) dapat dihasilkan dari bahan baku biomasa berikut :

- a. Bahan yang mengandung Hidrat arang dalam bentuk gula, misalnya tebu dan nipah.
- b. Bahan yang mengandung Hidrat arang dalam bentuk zat tepung, misalnya ubi kayu, ubi jalar, kentang dan sago
- c. Bahan-bahan selulosa yang mengandung Hidrat arang dalam bentuk yang lebih kompleks, misalnya kayu.

Proses pembuatan etanol pada dasarnya terdiri dari 3 langkah, yaitu :

- a. Konversi Hidrat arang menjadi gula yang dapat dicairkan dengan air
- b. Fermentasi gula menjadi etanol
- c. Pemisahan etanol dari air dan komponen-komponen lain dengan cara destilasi.

## 7. Energi Biogas

Bahan-bahan organik dapat dikonversikan menjadi bahan bakar melalui proses-proses kimia dengan bantuan organisme dekomposer. Bahan bakar cair utama yang dihasilkan dari biomasa adalah metanol (*methyl alcohol*) dan etanol (*ethyl alcohol*). Sedangkan produksi gas

yang utama adalah *bioas*, yaitu campuran antara metan dan karbondioksida.

Prinsip kimia yang melibatkan pembentukan biogas adalah prinsip terjadinya fermentasi pada semua karbohidrat, lemak dan protein oleh bakteri metan, tanpa adanya udara. Suhu yang baik untuk proses ini adalah antara 30°-55°C. Komposisi gas yang diperoleh tergantung pada komposisi bahan-bahan yang dipakai, suhu, dan lama dekomposisi. Pada umumnya komposisi biogas terdiri dari :

**Tabel 9.1. Komposisi Biogas**

| Nama                | Rumus            | Persentasi |
|---------------------|------------------|------------|
| 1. Methan           | CH <sub>4</sub>  | 55 - 56%   |
| 2. Karbondioksida   | CO <sub>2</sub>  | 36 - 45%   |
| 3. Nitrogen         | N <sub>2</sub>   | 0 - 3%     |
| 4. Hidrogen         | H <sub>2</sub>   | 0 - 1%     |
| 5. Oksigen          | O <sub>2</sub>   | 0 - 1%     |
| 6. Hidrogen Sulfida | H <sub>2</sub> S | 0 - 1%     |

Biogas dapat pula diperoleh dari proses fermentasi tinja. Untuk proses fermentasi ini tidak diperlukan bahan pencampur lain kecuali air. Tiap 4 bagian tinja ditambah 5 bagian air. Sisa tinja setelah diambil biogasnya, tidak kehilangan nilai sebagai pupuk alam. Biogas dan sisa tinja yang akan dipakai sebagai pupuk tidak berbau.

## B. SUMER DAYA MANUSIA DAN GENETIKA

Segala kegiatan selalu dikaitkan dengan potensi sumber daya manusia, lebih-lebih untuk kegiatan yang memerlukan ketahanan fisik yang tinggi maupun proses berfikir yang sangat melelahkan untuk jangka waktu yang lama atau berkepanjangan. Cek atau tes kesehatan ditujukan untuk pemilihan tenaga kerja yang ideal untuk tugas-tugas yang sesuai dengan spesialisasi tertentu.

Pepatah kuno yang mengatakan bahwa untuk mencari pasangan hidup perlu diketahui "bibit, bobot, bebet", sebenarnya merupakan usaha manusia untuk menghindarkan diri dari faktor-faktor yang tidak diinginkan pada keturunannya.

Dari kedua hal tersebut di atas dapat dilihat bahwa masalah kesehatan dan genetika merupakan masalah yang penting bagi kehidupan manusia. Tetapi patut pula diingat bahwa manusia tidak ada yang sempurna dan memiliki kelemahan masing-masing. Faktor keturunan akan selalu ada, sedangkan manusia tidak mungkin melakukan percobaan persilangan seperti yang dilakukan pada mahluk lain. Dan, apakah yang menderita penyakit keturunan tertentu tidak mempunyai kesempatan untuk berkarya?

Dengan makin berkembangnya ilmu genetika, terbukalah pandangan manusia terhadap usaha perbaikan sekaligus pelestarian sumber daya termasuk sumber daya manusia. Pada saat

ini telah banyak faktor keturunan pada manusia yang diketahui. Sifat yang diturunkan atau sifat hereditas yang bersifat turun menurun pada manusia dapat diturunkan oleh ibu, bapak, nenek, dan moyangnya pada keturunannya. Sekarang telah diketahui 10.000 sifat yang dapat menurun pada manusia, namun baru 3.000 sifat yang diselidiki secara mendalam.

Dengan pengetahuan genetika, pemilihan tenaga kerja dapat ditentukan sesuai dengan kondisinya. Misalnya, penderita buta warna tidak ditempatkan pada unit kerja yang berhubungan dengan pemilihan warna atau pengujian warna.

## C. BIOTEKNOLOGI

Dalam rangka memenuhi dan meningkatkan mutu kebutuhan hidup, manusia memanfaatkan biologi terapan dan menggabungkannya dengan teknologi modern, sehingga tercipta ilmu baru yang disebut Bioteknologi. Para ahli dan badan internasional memberikan batasan bioteknologi sebagai kegiatan yang menitikberatkan pemanfaatan aktivitas biologi dalam lingkup teknologi proses dan produksi secara besar-besaran dalam industri yang dikaitkan dengan produksi massal atau pemanfaatan prinsip-prinsip ilmiah dan kerakyasaan hidup, benda mati atau jasa bagi kepentingan manusia.

Sebenarnya bioteknologi bukanlah suatu hal yang baru. Jauh sebelum perkembangan peradaban Barat, bioteknologi sudah dipraktekkan oleh masyarakat Babilonia atau Mesir kuno, ± 6000 tahun SM. Misalnya dalam proses pembuatan minuman anggur dan bir.

Perkembangan bioteknologi dapat dibedakan dalam beberapa generasi, yaitu :

**Generasi Pertama**, dimulai sejak proses bioteknologi sederhana pada pembuatan anggur, bir, tempe, dan sebagainya.

**Generasi Kedua**, dimulai pada tahun 1949, dengan ditemukannya antibiotika penisilin oleh Fleming melalui cara fermentasi. Pada periode ini dimulailah industri-industri untuk memproduksi antibiotika, vitamin, dan asam organik lainnya, yang dikenal dengan *revolusi genetika molekuler*.

**Generasi Ketiga**, dimulai tahun 1970, setelah dikenalkannya teknik rekayasa. Teknik rekayasa ini dirintis setelah ditemukannya struktur DNA - heliks ganda, yaitu materi gen pembawa informasi keturunan. Dengan penemuan ini dimungkinkan terjadinya fusi gen antara species yang berbeda.

### 1. Ruang Lingkup Bioteknologi

Banyak pengertian yang dikemukakan tentang Bioteknologi. Tetapi pada dasarnya, bioteknologi adalah biologi terapan dan bersifat multi disiplin, karena melibatkan berbagai disiplin ilmu. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa bioteknologi mencakup aplikasi prinsip-prinsip atau teori-teori pengetahuan dan ilmu teknik terhadap proses bahan baku dengan menggunakan agen biologis untuk menghasilkan barang dan jasa.

Ruang lingkup Bioteknologi mencakup rekayasa fermentasi, rekayasa enzim, kultur sel (jaringan serta), dan rekayasa genetika. Fermentasi merupakan proses produksi suatu bahan dengan bantuan mikroorganisme, dilakukan dalam suatu bioreaktor. Teknologi enzim mencakup

tentang teknik memproduksi suatu bahan dengan bantuan enzim, isolasi dan pemurnian enzim. Rekayasa genetika mencakup teknik-teknik yang memungkinkan materi gen suatu organisme hidup dimodifikasi, sehingga sifat baru dapat dibentuk ke dalam organisme tersebut.

Aplikasi bioteknologi dan produk bioindustri dewasa ini telah digunakan dalam berbagai sektor industri, terutama di bidang jasa, antara lain kedokteran, farmasi, pertanian, agroindustri, kimia, energi, dan lingkungan.

#### a. Bioteknologi Kedokteran

Dengan rekayasa genetika dapat diciptakan vaksin yang dapat menghasilkan zat immunoglobulin (zat kebal) terhadap beberapa penyakit, misalnya hepatitis, kanker hati, lepra, dan sebagainya. Dapat pula dilakukan pengambilan informasi genetik yang ada pada manusia untuk “dicangkokkan” pada bakteri agar bakteri tersebut dapat mensintesa insulin. Insulin adalah hormon yang dihasilkan oleh kelenjar pankreas yang berguna untuk menurunkan kadar gula dalam darah. Pada penderita diabetes, kelenjar pankreas ini kurang berfungsi sehingga kadar gula dalam darahnya tinggi. Dengan bantuan rekayasa genetika maka dapat diproduksi insulin dalam jumlah besar oleh bakteri, yang kemudian dapat diinjeksikan pada penderita diabetes.

#### b. Bioteknologi Farmasi

Pada umumnya obat-obatan dibuat berdasarkan ramuan beberapa tumbuhan yang berupa ekstrak, tetapi saat ini dapat dibuat zat-zat sintesis. Dan melalui biologi molekuler serta rekayasa genetika tubuh dapat dipacu untuk memproduksi obat-obatan sendiri. Obat-obatan hasil bioteknologi, misalnya *humulin* untuk diabetes, *protopin* yaitu hormon pertumbuhan untuk anak-anak yang mengalami keterbelakangan pertumbuhan, *alfainterferon* untuk pengobatan sejenis leukemia, dan sebagainya.

Dengan menggunakan teknik kultur jaringan kita dapat mengambil alkaloid dan senyawa-senyawa yang dibutuhkan untuk obat-obatan hanya dari kalus hasil kultur jaringan, jadi tidak memerlukan lahan kebun yang luas untuk menanam tumbuhan obat-obatan tersebut.

#### c. Bioteknologi Pertanian

Produksi pangan secara konvensional tidak akan dapat mencukupi kebutuhan pangan seluruh penduduk dunia yang makin bertambah terus. Melalui bioteknologi pertanian dapat dicari jalan pemecahannya, yaitu :

- 1) penggunaan hormon tumbuhan yang mengubah tanaman diploid menjadi poliploid, sehingga dihasilkan produk yang “rekayasa” misalnya tomat, cabe, dan buah-buahan lain.
- 2) melalui kultur jaringan dapat dibuat siklus pertumbuhan suatu tanaman yang lebih pendek, sehingga diperoleh tanaman baru lebih cepat dan segera dapat berbuah.

Dengan kultur jaringan dapat pula dibuat pembibitan yang lebih cepat hingga 30 kali dari cara biasa, sehingga dapat mengatasi keterlambatan dan kekurangan bibit dalam masa

tanam dan meningkatkan kuantitas panen. Perbanyak tumbuhan secara kloning pada tanaman hias dan tanaman bernilai ekonomi tinggi dapat dilakukan secara besar-besaran, misalnya pada kelapa sawit, kelapa kopyor dan sebagainya.

- 3) melalui silang somatik pada kultur jaringan dapat dibuat keragaman genetik dalam memperoleh tanaman yang mempunyai sifat unggul. Silang somatik dapat dilakukan antar tumbuhan dalam satu varietas, inter species, inter famili, atau inter clasis. Tanaman hasil silangan ini diharapkan bebas dari virus yang biasa menyerang tanaman, misalnya Anggur bebas virus CRLV, Tembakau bebas virus TMV, dan sebagainya. Dapat pula dihasilkan tanaman yang toleran terhadap stress kadar garam tinggi, cuaca dingin, pestisida dan lain-lain.
- 4) Rekayasa genetika tumbuhan dapat menciptakan tumbuhan yang dapat menghasilkan sendiri zat pelindung terhadap insekta yang menyerangnya.

## **2. Prospek Bioteknologi di Indonesia**

Indonesia sangat kaya akan sumber daya alam hayati. Hal ini tampak pada keanekaragaman flora dan faunanya, termasuk di dalamnya mikroorganisme. Sumber daya hayati merupakan potensi yang besar bagi aktivitas bioteknologi.

Sampai dengan saat ini, Indonesia baru sampai pada tahap penjajagan dan penataan sarana. Termasuk mendidik calon-calon pakar di bidang ini, pengembangan laboratorium yang telah ada dan pembangunan laboratorium baru.

# SOAL-SOAL LATIHAN

1. Bagaimana energi matahari dapat diubah menjadi energi listrik?
2. Jelaskan terjadinya pasang-surut air laut, sehubungan dengan posisi bulan terhadap bumi!
3. Jelaskan bahwa energi dapat diubah dari satu bentuk energi ke bentuk energi yang lain!
4. Bagaimana kita dapat memperoleh biogas? Bahan baku apa saja yang dapat kita manfaatkan untuk pembuatan energi biogas ini?
5. Permasalahan yang dihadapi manusia untuk kelestarian hidupnya adalah krisis energi, penyalahgunaan teknologi dan lingkungan hidup. Jelaskan!
6. Mengapa pemanfaatan bioteknologi dianggap sebagai salah satu cara untuk menghadapi permasalahan manusia dalam pemenuhan kebutuhan hidupnya?
7. Berdasarkan data yang ada sekarang ini, mungkinkah manusia pindah ke planet lain?
8. Usaha apakah yang dapat dilakukan untuk menjaga kelestarian hidup manusia di masa datang?
9. Mengapa keluhuran moral sangat penting dalam pemanfaatan teknologi maju?
10. Apa pendapat anda jika daya dukung Bumi terlampaui?
11. Mengapa satelit komunikasi yang disalahgunakan dapat mengganggu hubungan antar negara?